



AGROECOSISTEMAS PERIURBANOS, UN POTENCIAL LATENTE.

Contribución al análisis de la multifuncionalidad a partir de indicadores de sustentabilidad

M.C. Ernesto Navarro Hinojoza.

Universidad Autónoma Chapingo.

ernahi@yahoo.es

Dra. Ma. Edna Álvarez Sánchez.

Universidad Autónoma Chapingo.

edna_alvarez30@yahoo.com.mx.

Fecha de recepción: 05/06/2014. Fecha de aceptación: 12/05/2015

Resumen

Los agroecosistemas (AE) periurbanos revisten una gran importancia para las ciudades que circundan debido a las múltiples funciones que cumplen. Sin embargo, en los últimos años se han ido abandonando y sustituyendo por otras actividades, lo que sugiere un manejo no sustentable de los mismos. El propósito de este estudio fue analizar, a través de la incorporación de indicadores de sustentabilidad en un estudio de caso en el sur del Distrito Federal, los potenciales que presenta la agricultura periurbana, en la construcción de alternativas de soluciones ante los problemas de autosuficiencia alimentaria y sus consecuencias socioecológicas. Para el diseño de los indicadores se tomó como base la metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). De acuerdo a los indicadores, los AE muestran una tendencia hacia la no sustentabilidad principalmente en la dimensión socioeconómica, pero presentan una gran fortaleza en los aspectos sociocultural y ecológico, pues existe satisfacción e interés por continuar, debido a una valoración distinta a la económica de los AE, y unas características positivas del suelo y la vegetación que sugieren un proceso de control más que de degradación de los recursos naturales.

Palabras clave: agricultura periurbana, saberes tradicionales, MESMIS, sustentabilidad, multifuncionalidad.

Abstract

Periurban Agroecosystems (AE) are of great importance to the surrounding cities due to the multiple roles they fulfill. However, in recent years they have been abandoned and replaced by other activities, suggesting an unsustainable management of them. The purpose of this study was to analyze, through the incorporation of sustainability indicators in a case study in the southern Mexico City, potential having peri-urban agriculture, construction of alternative solutions to the problems of food self-sufficiency and socio-ecological consequences. For the design of the indicators was based on the methodology of the Framework for the Evaluation of natural resources Management Systems incorporating Sustainability Indicators (MESMIS). According to the indicators, the AE show a trend towards unsustainability especially in the socioeconomic dimension, but it has a great strength in sociocultural aspects and ecological, as there is satisfaction and interest to continue, due to a different value to the economy of the AE, and positive characteristics of soil and vegetation control suggest a process rather than natural resource degradation.

Keywords: periurban agriculture, traditional knowledge, MESMIS, sustainability, multifunctionality.

JEL codes: O13, Q56.



1. Introducción

En el contexto mundial actual, los medios rural y urbano han sido modificados tanto por procesos asociados a la propia producción agrícola como por el crecimiento de las ciudades y procesos de urbanización que asumen hoy características particulares, trastocando los espacios rurales y generando una difusión de fronteras rural-urbanas (Martínez y Vallejo 2011). En estas regiones, la mayoría de los planes urbanos y los regímenes regulatorios han sido incapaces de impedir la conversión de tierras rurales hacia uso urbano en las periferias de la ciudad (UN-HABITAT 2012). Dando como resultado “la creación de un cinturón territorial intermedio entre ambas zonas, identificado como espacio periurbano” (Pérez 2011:24). El cual es muy susceptible a la influencia directa de las ciudades y de “ser significativamente tocado por los procesos puestos en marcha por esa proximidad” (Navarro 2005:249).

Uno de los componentes que más perturbaciones ha sufrido, es la agricultura, alterándose desde su conformación territorial, hasta las técnicas y objetivos de la misma. Debido a esto se ha hecho necesario distinguir y conceptualizar los distintos procesos que se presentan, así se tiene por ejemplo que dependiendo del lugar donde se realicen las actividades agrícolas, se denomina como agricultura urbana (intraurbana o citadina), a aquella que se encuentra dentro del conglomerado urbano; mientras que si se realiza a las afueras se le denomina periurbana (Méndez *et al.* 2005).

Aunque no existe una definición que abarque lo complejo de lo periurbano como fenómeno social, es importante destacar que el espacio periurbano, como nuevo territorio, una de sus principales características es la presencia de “multifuncionalidad rural-urbana de la agricultura, y la dotación de servicios y vivienda de manera dinámica y constante” (Pérez 2011:24). Además de que en estos espacios es donde se pueden apreciar los cambios más radicales tanto morfológicos como funcionales, al mismo tiempo que emergen más necesidades que satisfacer, como vivienda, alimentación, servicios de

agua potable, alcantarillado, electricidad, y de la misma manera se expresan más externalidades negativas de tipo ambiental, económico y social (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C. 2004).

Uno de los grandes problemas, no solo a nivel de lo urbano sino como humanidad, que con el paso del tiempo y el aumento de la población se ha ido agudizando, es la cuestión alimentaria; desde su no acceso (el hambre), pasando por las cuestiones de calidad, hasta los problemas de salud y ambientales derivados de la forma de producción actual (HLPE 2013). Cómo salvar dichos problemas, no es cuestión sencilla. Se han querido dar soluciones desde la “ciencia moderna”, con la revolución verde, pero no ha dado los resultados esperados y ahora más que nunca se necesita dar un giro a la visión y reconsiderar las otras formas de producir alimentos, que son inclusive más antiguas y han dado buenos resultados. Puesto que son las que actualmente sostienen la alimentación mundial, como lo menciona Ribeiro (2013) es “la agricultura campesina, la familiar, la de pequeña escala, la que con apenas 30% de los recursos agrícolas, alimentan al 70% de la humanidad”; y en el futuro debería seguir siendo la base.

Con base en lo mencionado, puede decirse las zonas periurbanas presentan dinámicas dignas de tomarse en cuenta, puesto que por sus condiciones, son al mismo tiempo problema y posible solución. Es en sus territorios donde los “recursos” (suelo, agua, vegetación) generan los satisfactores necesarios para la población en crecimiento, en estos recursos se desarrolló y aun se sigue practicando la agricultura (periurbana), como actividad importante para abastecer de alimentos, además de sus funciones económicas y ambientales. Sin embargo, por la falta de planeación y en ocasiones, cuando existe planeación, por la ausencia de la inclusión de estas zonas en tal planeación, existe el grave riesgo, cada vez más palpable, de la desaparición de tales potenciales y beneficios que los ambientes periurbanos presentan.

Por lo anterior, es de vital importancia hacer



visibles las problemáticas que se presentan en estas regiones, pero también dar a conocer los potenciales que presentan dichos espacios para no desperdiciar las ventajas con las que se cuenta, antes de que sea demasiado tarde. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo analizar algunos de los potenciales de la agricultura periurbana a través de la generación y uso de indicadores del ámbito social, económico y ecológico (indicadores de sustentabilidad) en un estudio de caso, en los agroecosistemas de las comunidades de San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac; con el fin de tomarlos como base en la construcción de alternativas de soluciones ante los problemas de autosuficiencia alimentaria y sus consecuencias socioecológicas.

2. Agroecosistemas periurbanos del DF: El caso de la Delegación Álvaro Obregón

A pesar de que el DF alberga la ciudad más grande de México, más de la mitad de su territorio se encuentra catalogado como Suelo de Conservación (SC), en donde se puede observar uso de suelo agrícola y forestal (Cristóbal y Álvarez 2009). En particular el territorio de la Delegación Álvaro Obregón, al sur del DF, está compuesto en el 63.9% de su superficie por suelo urbano y 36.1% por SC (INEGI 2008). En esta área se encuentran los pueblos de San Bartolo Ameyalco (SBA) y Santa Rosa Xochiac (SRX), dos pueblos originarios periurbanos en los que interactúan y se integran funcionalmente actividades urbanas y rurales (Programa de Desarrollo Urbano, 1995) donde aún existe superficie agrícola, con agroecosistemas (AE) basados en el cultivo de maíz, manejo tradicional y producción principalmente de autoconsumo (Navarro *et al.* 2011).

Los agroecosistemas que bordean a las ciudades brindan muchos otros servicios además de la producción de alimentos, pues se vuelven una zona de amortiguamiento para el avance de la ciudad hacia la zona boscosa, forman parte del “pulmón” para la ciudad, retienen y conservan suelo, filtran agua de lluvia, capturan de CO₂, ofrecen belleza escénica, etc., (García-Frapolli y

Toledo 2008), y como mencionan Morales *et al.* (2014:1), “este tipo de agricultura periurbana, puede ser un proceso generador de alternativas a los conflictos ambientales a través de funciones como la producción de alimentos sanos, la generación de servicios ambientales, el empleo de mano de obra local, el fortalecimiento del tejido social, la transmisión de conocimientos y el arraigo cultural”. Sin embargo dicha región es sumamente vulnerable a los cambios en las condiciones climáticas, la conversión del uso de suelo, los quehaceres sociales y las acciones políticas.

Dentro del SC existe un amplio marco normativo y participación institucional que regulan el quehacer al interior del mismo y dentro los pueblos de SBA y SRX se han implementado múltiples proyectos para lograr un desarrollo sostenible de las actividades agropecuarias, sin embargo esto no ha sido suficiente, pues tanto la situación ambiental: cambio de uso de suelo y pérdida de recursos naturales (CCMSS 2004; Cristóbal y Álvarez 2009), como la situación socioeconómica: presencia de alto grado de marginación, cambio de actividades económicas y pocas fuentes de ingreso dentro de los pueblos (CONAPO 2009), presentan características negativas, lo que sugiere un manejo no sostenible de los recursos. Por lo tanto existe la necesidad de tener información que permita establecer la situación bajo la que se encuentra la sustentabilidad de los AE, para poder indicar el rumbo para un mejor desarrollo.

3. Enfoque metodológico

3.1. Sustentabilidad como metaconcepto

La Sustentabilidad es un “metaconcepto” que parte de principios generales y resulta de aplicación universal, es dinámico, considera equidad intergeneracional e intrageneracional, así como la articulación de escalas temporales, espaciales e institucionales; puede describirse de manera general mediante siete atributos sistémicos: Productividad, Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad, Adaptabilidad, Autosuficiencia y



Equidad (García-Barrios *et al.* 2008). En particular se entiende como agricultura sostenible, aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan (Sarandón 2006).

Debido a que la sustentabilidad no puede medirse por sí misma, se deben implementar indicadores para acercarnos lo más posible a este concepto (Sarandón 2006). Estos indicadores permiten conocer de manera particular, las necesidades de manejo de cada sistema (Dayaleth *et al.* 2008). Sin embargo, no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Por lo tanto, estos deben construirse y adaptarse a la situación en análisis y ser adecuados para los objetivos propuestos abarcando las esferas social, económica y ecológica. (Sarandón 2006).

Para lograr el objetivo planteado en esta investigación se realizó un estudio de caso para el cual se generaron y evaluaron una serie de indicadores para cada ámbito.

3.2. Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo de Noviembre de 2010 a Julio de 2012 en los pueblos de San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, localizados en la parte central de la Delegación Álvaro Obregón del D.F., a 19°20' de latitud norte y 99°16' de longitud Oeste y a 19°20' de latitud Norte y 99°17' de longitud Oeste, respectivamente (Figura 1).

El SC presenta una variación altimétrica de los 2460 hasta los 3800 msnm (Cristóbal *et al.* 2009). Con clima del tipo C (w_2) para el área urbana y agrícola, y una temperatura promedio anual de 12 °C. La precipitación anual reportada es de 1000 a 1200mm. (INEGI 2008). Los tipos de suelo reportados son Andosol húmico; Andosol ocrico y una pequeña porción de Luvisol mólico (CCMSS 2004). Los tipos de vegetación natural aún existentes, reportados en el Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional

Desierto de los Leones (2006) son: Bosque de *Abies-Pinus-Quercus*, Bosque de *Abies religiosa*, Bosque de *Abies-Pinus hartwegii* y Bosque de *Pinus hartwegii-Pastizal*.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se siguió es del tipo mixto en paralelo. Se realizó un estudio exploratorio previo, consulta bibliográfica, observación participante (Hernández *et al.* 2006) y se generó un cuestionario, adaptado de las propuestas de Rendón (2004) y Sarandón (2006), para su aplicación a modo de entrevista. La unidad de estudio fue la Unidad de Producción (UP).

Para seleccionar las UP se recurrió a un muestreo dirigido de participantes voluntarios y en cadena, como lo sugiere Rendón (2004). Como criterios de selección se tomaron en cuenta las UP activas y con disposición del productor a participar en la investigación. Las parcelas de los encuestados se ubicaron geográficamente con un GPS (Garmin), se tomó una muestra de suelo compuesta de 15 submuestras según la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT 2002) y se generó un mapa (Figura 1). La información se fue revisando conforme se obtenía, y al llegar a las 32 entrevistas en SBA y a las 20 en SRX se decidió detener la aplicación de las encuestas pues se observó un patrón de respuestas repetidas, no se presentaba información suplementaria y se habían cubierto los diferentes tipos de sistemas de producción en una gran zona del área reportada como agrícola en cada pueblo; características mencionadas por González (2008) como indicadores del límite de entrevistas a realizar para éste tipo de trabajos.

4. Indicadores de sustentabilidad

Para el diseño de los indicadores se tomó como base la metodología del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y los atributos generales del desarrollo sostenible (Galván-Miyoshi *et al.* 2008), adaptándolos a la

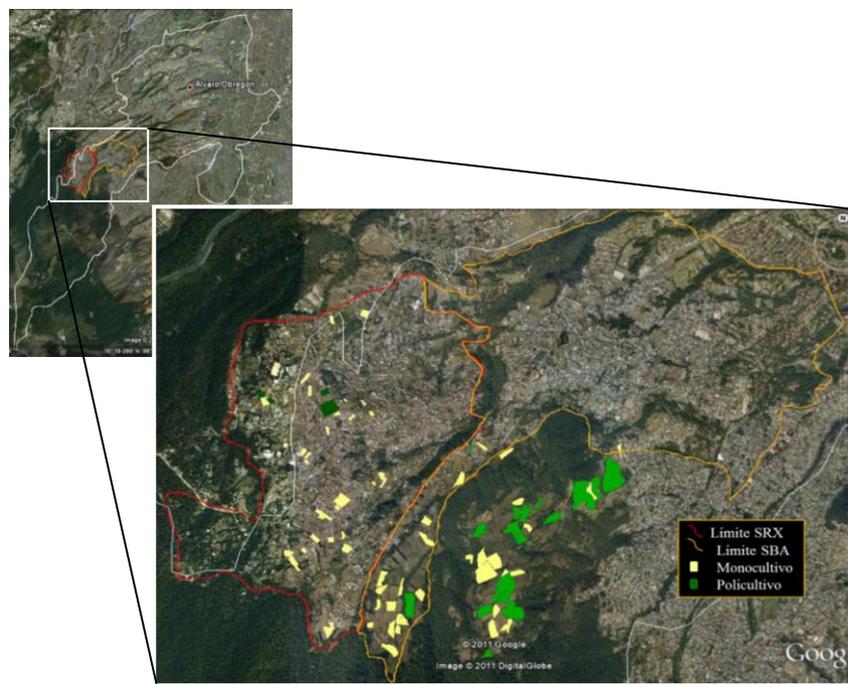


situación de la investigación. En el Cuadro 1 se muestran los indicadores por ámbito y por variable, además de la fuente de donde se obtuvo la información para su construcción. Debido a las características de los agroecosistemas estudiados, la información para la construcción de todos los indicadores de los ámbitos Económico y Social surgió de lo revelado por cada productor al momento de la entrevista, y en algunos casos se contrastó con lo observado en la Unidad de Producción, por lo tanto la mayoría de los datos son acercamientos generales.

A cada indicador se le establecieron valores óptimos con base en fuentes documentales y consultas a expertos y se categorizaron a partir de este en una escala ordinal que marca la tendencia desde el 1 (valor no

óptimo) hasta el 5 (valor óptimo), con la intención de poder hacer la posterior comparación. Para Rendimiento el valor óptimo fue $\geq 3.5 \text{ t ha}^{-1}$ (Arellano *et al.* 2003); el balance beneficio/costo (B/C) óptimo debería ser >2.5 y las categorías propuestas por Rendón (2004); para dependencia de insumos se consideró lo ideal de 0 a 20%; en diversificación para la venta y canales de comercialización se usaron las categorías propuestas por Sarandón (2006); para los indicadores de la variable alimentación se consideraron como óptimos valores cercanos al 100% y la cercanía a la comunidad de residencia del encuestado. Para el caso de Riesgo de Erosión y Diversidad de Recursos Vegetales se usaron las categorías propuestas por Rendón (2004) y Sarandón (2006).

Figura 1. Ubicación de los poblados y agroecosistemas muestreados en San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac (Elaboración a partir de una imagen de google Earth y del mapa digital INEGI 2011)





Cuadro 1. Indicadores de sustentabilidad por ámbito y variable

Ámbito	Variable	Indicador	Fuente
Económico	Productividad	Rendimiento del principal cultivo, por ciclo productivo en t ha ⁻¹	Encuesta
	Rentabilidad	Relación beneficio/costo del principal cultivo por ciclo productivo	
	Conveniencia económica	Percepción sobre la conveniencia económica	
	Riesgo económico	Dependencia de insumos externos	
		Diversificación para la venta.	
		Canales de comercialización.	Encuesta y observación participante
	Asesoría	Asesoría técnica	Encuesta
	Alimentación	Porcentaje de autoabastecimiento de alimentos	
		Disponibilidad de los productos a través del año	
Lugar de abastecimiento de los alimentos			
Social	Organización para la producción	Presencia de alguna forma organizativa para la producción.	Encuesta y observación participante
	Conocimiento y Conciencia ecológica	Percepción de impacto de la agricultura al Medio Ambiente	Encuesta
		Satisfacción del productor	
			Interés por permanecer en el sistema de producción
Ecológico	Calidad del suelo	Índice Compuesto de Calidad de Suelo (ICCS), Integrado por los siguientes sub-indicadores: Densidad aparente, Conductividad Hidráulica, Humedad Aprovechable, textura, Materia orgánica (MO), pH, N inorgánico, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn	Muestreo de suelo y análisis de laboratorio según NOM-021-SEMARNAT-2000
	Riesgo de erosión	Pendiente predominante del terreno.	Medición y observación directa
		Presencia de obras de conservación del suelo	
	Diversidad de recursos vegetales	Proporción de especies útiles	Observación directa y encuestas
		Diversidad vegetal	



El indicador percepción del impacto de la agricultura al Medio Ambiente es un indicador compuesto y se obtuvo a partir de una adaptación de la metodología de Sarandón (2006), plasmada en tres preguntas dentro del cuestionario. Las respuestas se categorizaron en un escalamiento tipo Likert con 5 niveles (Hernández *et al.* 2006) y después se estandarizaron de acuerdo a la fórmula propuesta por Dayaeth *et al.* (2008):

$$ND = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times 100$$

Donde:

ND = Nivel de desempeño del indicador,
V = suma de los valores obtenidos en las preguntas

V_{max} = Valor máximo=12
V_{min} = Valor mínimo =3

Los valores obtenidos se transformaron a una escala de 5 niveles, quedando el nivel 1 para los valores de 0 al 20%, aumentando un nivel cada 20%, hasta el nivel cinco para valores del 81 al 100%.

Para la Calidad del suelo se utilizó el Índice Compuesto de Calidad de Suelo (ICCS), una adaptación del índice de calidad de suelo aditivo propuesto por Andrews *et al.* (2002), a partir de la medición de los parámetros (o sub-indicadores) mostrados en el Cuadro 1. Después del análisis de laboratorio se propusieron valores óptimos para cada parámetro considerando los valores reportados por Castellanos, *et al.* (2000), Vergara (2003), la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT 2002) y la consulta de expertos. Para estimar el Nivel de Desempeño (ND) de cada parámetro se le aplicó la siguiente fórmula:

ND= (valor obtenido/valor óptimo)*100,
cuando el valor obtenido era inferior al óptimo, ND= (valor óptimo/valor

obtenido)*100, cuando el valor obtenido era mayor al óptimo.

El resultado se transformó a la escala de 5 niveles de la misma manera que para el indicador percepción de impacto al medio ambiente. Para poder dar una interpretación por pueblos se recurrió al promedio de todos los valores obtenidos anteriormente y al final, para generar el ICCS, se aplicó la fórmula propuesta por Dayaeth *et al.* (2008) y la misma estandarización.

A todos los demás indicadores se les asignó un escalamiento tipo Likert. Los datos se estandarizaron en una escala ordinal positiva que va de 1 a 5, con una tendencia a la sustentabilidad de 5>4>3>2>1. Los resultados se presentan desglosados entre pueblos y ámbitos, usando la gráfica de amiba o también llamada de telaraña.

5. Resultados y discusión

Los indicadores propuestos en este estudio muestran el comportamiento, a manera de fotografía en un corte sincrónico del tiempo, que presentan los agroecosistemas de los pueblos. Como puede apreciarse en la Figura 2 el comportamiento de los indicadores entre los pueblos es muy similar al presentar la mayoría niveles bajos.

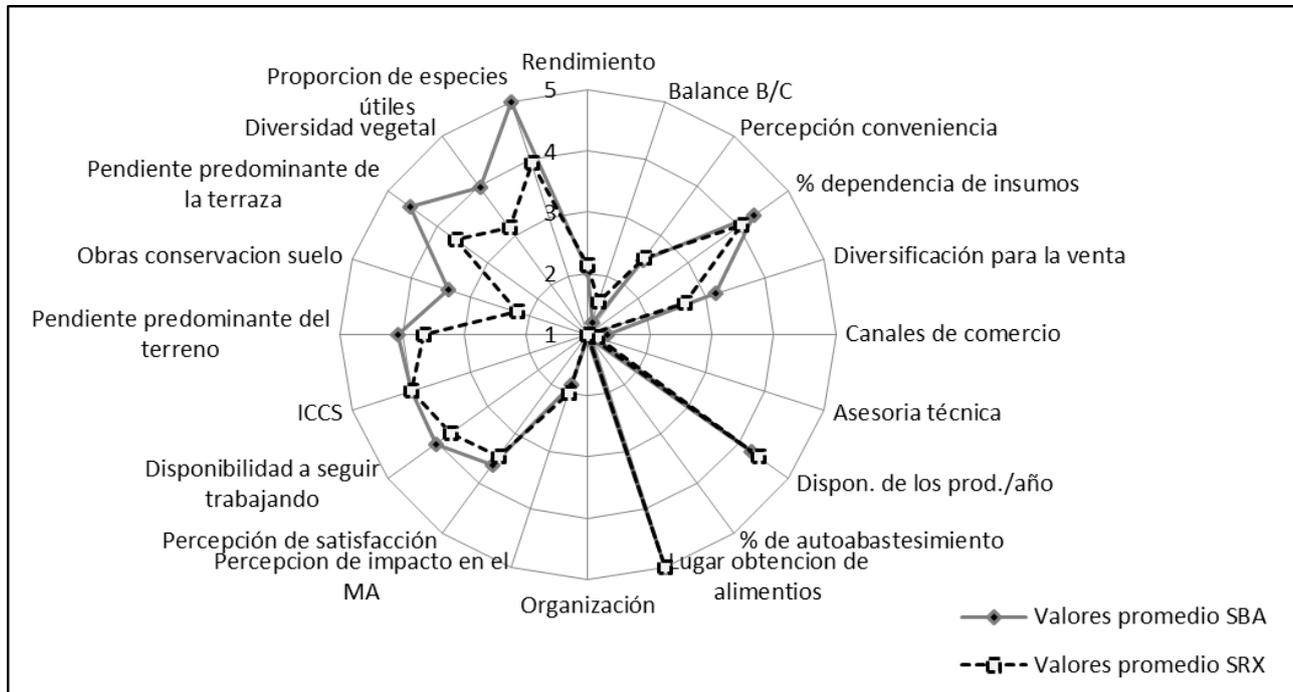
5.1. Indicadores de la sustentabilidad económica

De toda la gama de indicadores, los que hacen alusión al ámbito económico son de los más complejos de medir dentro de los agroecosistemas como el de este trabajo, debido a que los productores no llevan un registro exacto de cuánto realmente producen, venden, consumen, ni cuánto gastan y la información que se pudo obtener resultó de lo que cada productor recordaba o calculó al momento de la entrevista. Por lo tanto los datos se deben de considerar solo como sugerencias de comportamiento y no como información contundente.

Uno de los indicadores que resalta por su nivel tan bajo es el de rendimiento o



Figura 2. Indicadores de los ámbitos económico, ecológico y social de los agroecosistemas de Santa Rosa Xochiac y San Bartolo Ameyalco



productividad del principal cultivo. Asumiendo lo informado por cada productor como verídico, dicho comportamiento podría deberse a problemas físicos como la calidad del suelo (Navarro-Bravo *et al.* 2008) o la probabilidad de que la variedad de semilla que se usa no tenga más potencial (Arellano *et al.* 2003). Sin embargo el valor estimado debe tomarse con reserva y solo como referencia, debido a que en este estudio no se hizo el ajuste entre producción y superficie real y se tomaron las dimensiones totales como las efectivas, siendo que los terrenos están divididos en terrazas.

El indicador balance Beneficio/Costo, resultado de la división del valor que indicó el productor que obtenía de la venta de su producto, entre los costos de su producción (insumos, implementos, jornales); fue de los más bajos, debido principalmente al precio tan bajo que tiene el maíz en el mercado, el poco volumen de venta y a que la inversión (tanto en dinero como en mano de obra) tiende a ser alta. Este es un patrón que se repite en muchas partes de México con los

productores de características similares. Sin embargo el valor medido no necesariamente es el valor real de toda la UP, debido a que en su medición se omitieron entradas distintas a la venta de maíz y las ganancias por autoconsumo.

En UP pequeñas es muy difícil medir el valor de cambio de su producción y los indicadores clásicos como es el B/C no consideran el valor de uso y no uso de las UP (Guadarrama 1984). Debido a lo anterior, se propuso la medición de la percepción de la conveniencia del sistema, en donde se obtuvo un nivel medio. Los productores entrevistados argumentaron que económicamente su sistema no es redituable y que no lo miran como un negocio, sino que lo practican más por tradición y porque les ofrece otros servicios más allá del económico.

El indicador de riesgo económico se encuentra en un nivel medio, principalmente por la poca dependencia de insumos externos, esto en aparente incongruencia con el B/C; sin embargo como se explicó atrás, el B/C está más influenciado por la poca



ganancia que por el alto gasto. El poco uso de insumos externos, según los encuestados, principalmente se debe a la casi imposibilidad de compra por el alto costo de los insumos; aunque varios productores mencionaron que no utilizan dichos insumos no solo porque no los puedan pagar, sino porque están conscientes del potencial de daño de algunos de ellos. Además siguen abasteciéndose con sus propios medios (semilla criolla, estiércol de su ganado, yunta, etc.) porque así lo aprendieron y es su tradición, es parte de sus saberes y su *habitus* (González 2008).

En relación con el indicador diversificación para la venta, en los dos pueblos existen casi los mismos productos: maíz azul, rojo y blanco, haba, avena, frijol, maguey, ciruela, manzana, pera, tejocote; aunque en SRX tienden a ser más cercanos al monocultivo. En lo que respecta a la comercialización, sólo ocasionalmente se venden dichos productos y mayoritariamente a nivel local. Para este tipo de producción a pequeña escala, Darolt y Constanty (2011) proponen como alternativa de venta los circuitos cortos de comercialización, con mercados regionales donde haya mayor acercamiento entre los productores y los consumidores.

El indicador asesoría técnica presenta el nivel más bajo de este ámbito, pues según los encuestados no se recibe asesoría para la agricultura. Sin embargo, durante los recorridos de campo se pudo observar que existe una persona con el cargo de “asesor delegacional de desarrollo rural” y la oferta de cursos de capacitación en distintas áreas, pero la asistencia a los mismos por parte de la población es mínima. Esto hace inferir que es más una cuestión de percepción por parte de los productores y se considera que no hay asesoría, no por que no exista alguien con esa función, sino porque realmente no se cumple la función o no de la manera en que la necesitan los productores. La insuficiencia en este rubro puede redundar en carencias y desventajas para los agricultores. Aguilar *et al.* (2010) mencionan que para lograr un crecimiento económico sostenido en el medio rural, una condición fundamental es la innovación, y un elemento crucial es que los conocimientos generados en las instituciones

de investigación y los mismos conocimientos de otros agricultores, se “extiendan”, se difundan para su adopción.

A partir del nivel de los indicadores de la variable alimentación se puede inferir que los habitantes de los dos pueblos tienen la posibilidad de acceder a alimentos variados y sin necesidad de trasladarse muy lejos. Sin embargo dichos alimentos no proceden del AE, o al menos no en su totalidad, como queda manifiesto en el nivel del % de autoabastecimiento (Figura 2.), puesto que los productos que se obtienen (maíz, frijol, algunos frutales) solventan solo un mínimo de los alimentos de la canasta básica que según los encuestados consumen, por lo que se asume que el agroecosistema no aporta una autosuficiencia alimentaria, aunque los productos estén disponibles durante casi todo el año, debido principalmente a que solo se utilizan en ocasiones especiales (fiestas del pueblo o fiestas familiares). Esto es un reflejo del comportamiento que presenta el país, el cual tiene un déficit alimentario que para 2010 alcanzó un 75% según la Secretaría de Economía (González 2011).

5.2. Indicadores de la sustentabilidad social

Una de las características de la población que no se incluyó como indicador, pero que sin embargo tiene una influencia significativa en el comportamiento de los agroecosistemas es la edad de los productores, los cuales más del 70% de los encuestados son de avanzada edad (>50 años), mostrando un patrón similar a lo que sucede con los campesinos de la mayor parte de México (Moreno-Calles y Astier 2011); por lo que se puede inferir que existe una tendencia a la pérdida del capital social y el no relevo generacional.

El siguiente rubro en desventaja es el de organización con un nivel de 1 (Figura 2.), puesto que no existen agrupaciones productivas funcionales, aunque existen de manera informal sinergias entre algunos productores. En los pueblos existe el potencial para formar redes o agrupaciones productivas, pero bajo características donde se eviten los arreglos robustos, sólidos y jerárquicos y se promueva la flexibilidad, pues



es aquí donde han fallado las experiencias previas. La evidencia internacional indica que una región cualquiera es económicamente más próspera si sus agentes se integran en red con fines de innovación (Aguilar *et al.* 2010), sin embargo en la mayoría de las ocasiones es necesaria la participación de todos los actores, incluyendo agentes externos.

La percepción del potencial de daño al medio ambiente por parte de la agricultura mostró valores negativos y se puede inferir que existe desinformación sobre lo que es el medio ambiente y sobre las maneras en que éste se puede ver afectado. La gran mayoría piensa que las actividades agropecuarias no presentan ningún riesgo para el medio ambiente. Estudios llevados a cabo sobre la construcción de la percepción social de los problemas con el medio ambiente han establecido que no necesariamente por estar un problema físicamente demostrado, la sociedad lo toma como prioridad, sino que la construcción social de esta problemática depende de múltiples factores, sobretudo el marco sociocultural, por lo tanto las acciones tomadas para abordarlo están en función de la percepción de los tomadores de decisiones al respecto (Lezama 2004).

Es de notar que a pesar de los bajos niveles de los indicadores clásicos del funcionamiento del subsistema agrícola (producción y rentabilidad), los productores expresen que se sienten satisfechos y con disposición a seguir con el trabajo. Esto nos habla de que los AE cumplen otras muchas funciones que proveen de motivación a seguir y querer lo que hacen (García-Frapolli y Toledo 2008).

5.3. Indicadores de la sustentabilidad ecológica

En el ámbito ecológico, visto de manera global, se alcanza a observar una diferencia favorable para SBA. Sin embargo estos resultados pueden resultar engañosos al momento de llegar al campo y observar UP por UP, puesto que lo mostrado es el promedio y por eso mismo se sugiere tomarlos con reserva.

El valor del ICCS, tanto en SRX como en SBA, se encuentra en un nivel muy bueno, pues alcanzó el valor de 4, lo cual significa que de manera promedio los parámetros medidos como indicadores de la calidad de las funciones del suelo se encuentran aceptables para el mantenimiento del AE, pues están muy cercanos a los de un suelo ideal.

El uso de índices representa una herramienta muy útil para condensar la información de un fenómeno complejo. En estudios donde se ha utilizado este tipo de metodologías se demostró que pueden servir para comparar diferentes usos de la tierra (Puertas *et al.* 2011) y establecer niveles de referencia para los diferentes tipos de vegetación (Amacher *et al.* 2007). Sin embargo el uso de índices también tiene sus debilidades, pues al condensar la información en un solo número, se pierden los detalles de los parámetros individuales y se puede sobre estimar su utilidad. En este estudio donde el ICCS es elevado, puede suponerse que todo el sistema está sin problemas, pero al revisar las funciones o servicios del suelo, se puede observar que la que tiene que ver con producción, expresada indirectamente en el indicador rendimiento del principal cultivo, se comporta de manera negativa. Esto implica que alguna de las características que presentan estos suelos se encuentra deficiente. Sería necesario analizar de manera individual los parámetros relacionados con este servicio y el comportamiento más a profundidad de la función misma. Aún con esto, este índice sugiere que aunque existen algunas deficiencias específicas, los AE diversificados (agroforestales) y con obras de conservación de suelos, presentan condiciones favorables para las sustentabilidad de los recursos naturales, como se ha demostrado en otros estudios donde se han comparado diferentes usos del suelo complejos *versus* más simplificados (Cotler y Ortega 2005).

Según los datos, se puede inferir que el riesgo de erosión en SBA es mínimo, debido a que el nivel de la pendiente tanto del terreno como de las obras de conservación y la presencia de obras (terrazas con



vegetación natural) está entre 3 y 4 (Figura 2). Mientras que en SRX este riesgo pudiera ser un poco mayor pues la gran mayoría de los terrenos no tiene obras de conservación aunque presenten vegetación en los linderos y las pendientes tanto del terreno como de las terrazas no están tan pronunciadas. La presencia de obras como terrazas o acomodo de material vegetal pueden aportar beneficios a la calidad del suelo ayudando en su formación, en la retención de sedimentos o para la infiltración de agua y evitar su degradación (Cotler 2011).

Sería necesario medir la erosión (principalmente hídrica) en los terrenos de manera individual para poder aseverar de manera contundente lo que nos sugieren los indicadores, porque aunque existen estas obras, algunas solo son “escalones” formados y presentan poca vegetación (sobre todo en SRX), aumentando el riesgo de desbordamientos con la lluvia y el arrastre de sedimentos, debido a la pendiente presente en los terrenos.

A partir del nivel del indicador Diversidad vegetal, conformado con la información de las encuestas y la observación, se pudo identificar que existen algunos productores con tendencia al monocultivo, principalmente en SRX, mientras que otros tienden al policultivo, sobre todo en SBA. Aun así en ninguno de los dos pueblos existen monocultivos radicales, puesto que la mayoría aunque siembren solo maíz o solo avena, dejan que junto con estos cultivos crezcan arvenses que pueden usar para la alimentación humana o animal, o mantienen árboles en lindero, sea porque son los que años anteriores les regalaron como parte de un programa de la delegación, o porque son árboles de la vegetación natural.

De las especies vegetales presentes en las parcelas, en SBA la mayoría son reconocidas como útiles por parte de los productores, sea como cultivo, medicinales, por sus frutos, para delimitación del terreno, para contención del suelo en los “mecales (terrazas)” o como sombra, inclusive algunos mencionaron que las mantienen como tradición porque sus padres o abuelos las sembraron. En SRX

ésta proporción de especies útiles es un poco menor, sobre todo de especies perenes, debido principalmente a que sus parcelas están en la zona más urbana, son más pequeñas y les reducen el espacio de siembra, generan sombra al cultivo o estorban a las casas cercanas. Aun así durante el ciclo productivo, toleran y hasta propician la presencia de muchas herbáceas que servirán de forraje a sus animales e inclusive existen parcelas donde en los linderos además de los árboles plantan especies de ornato.

La presencia de esta diversidad vegetal acarrea varios beneficios a los AE. Por ejemplo, en SBA los productores comentan que hay pocos ataques de plagas a los cultivos, puede ser que la baja incidencia se deba a las características de diversidad, pues se ha demostrado que los enemigos naturales de las plagas tienen una respuesta positiva muy fuerte a los paisajes complejos (Chaplin-Kramer *et al.* 2011). Otro beneficio es sobre la calidad del suelo, como se mostró con el ICCS. Es probable que la presencia de especies arbóreas esté contribuyendo en este rubro, pues estos cumplen funciones como el reciclaje de nutrientes y el aporte de materia orgánica y se ha demostrado que en los lugares con presencia de árboles, estas características se ven mejoradas en comparación con, por ejemplo, solo pastizales (Huerta *et al.* 2011). Por estas características se puede inferir que los agroecosistemas de los pueblos influyen de manera poco negativa en los recursos naturales circundantes.

6. MESMIS Como método evaluador de la multifuncionalidad de los agroecosistemas

Ya se ha destacado en un momento previo, como los espacios periurbanos se encuentran enmarcados en un carácter de “multifuncionalidad rural-urbana” (Pérez 2011:24), siendo la agricultura una de las actividades en donde más se puede apreciar dicha característica, pues como mencionan Morales *et al.* (2014:1), “existe un creciente número de experiencias que



demuestran...que este tipo de agricultura periurbana, puede ser un proceso generador de alternativas a los conflictos ambientales a través de funciones como la producción de alimentos sanos, la generación de servicios ambientales, el empleo de mano de obra local, el fortalecimiento del tejido social, la transmisión de conocimientos y el arraigo cultural”.

Partiendo de lo anterior, en este trabajo se puede apreciar como la metodología empleada demostró ser útil para el diagnóstico y valoración de la multifuncionalidad de los agroecosistemas, pues muestra el panorama integral en las tres dimensiones (económica, social y ecológica) de lo que se está entendiendo como sustentabilidad. Es de destacar que los indicadores generados a partir de la caracterización, son consistentes con los reportados como más pertinentes en la literatura sobre evaluación de sustentabilidad aplicando el MESMIS (Astier *et al.* 2011). Sin embargo siguen quedando espacios y retos a vencer, puesto que como mencionan Astier *et al.* (2012:236) “los principales desafíos están relacionados con la necesidad de realizar estudios longitudinales a largo plazo que captan plenamente las propiedades dinámicas del sistema y al mismo tiempo convocar a participar activamente a las partes interesadas a través de procesos participativos creativos y duraderos.”

Como se ha podido destacar en el documento, contrario a lo esperado por la modernidad, es en comunidades como la estudiada, en donde pueden buscarse y encontrarse los intersticios o “burbujas” como lo denomina Toledo (2013), manifiestas en sus prácticas agrícolas y culturales, que representan un potencial para la comunidad misma y un ejemplo para la ciudad, de formas distintas de afrontar y “resistir” ante la crisis civilizatoria en la que nos encontramos. Desgraciadamente es un potencial que poco se valora actualmente y se está dejando como relictos folclóricos que no se fortalece y se deja a su suerte y al olvido, logrando con esto que la misma comunidad este olvidándolo, dejando el terreno a las ideologías de la racionalidad económica

moderna que más allá de traer beneficios les está acarreado perjuicios que probablemente ni se han querido dar cuenta.

7. Conclusiones

Partiendo de la metodología empleada y el supuesto teórico considerado en esta investigación sobre lo que se entiende que es una agricultura sustentable, se puede concluir que los agroecosistemas de la Delegación Álvaro Obregón presentan una tendencia a la no sustentabilidad general, principalmente por las deficiencias en el área socioeconómica, además de que tienden a perder el capital social en las siguientes generaciones.

Sin embargo en los ámbitos sociocultural y ecológico se tiene una gran fortaleza que puede equilibrar el sistema, ya que existe interés y satisfacción, por quienes aún practican la agricultura, de seguir trabajando, con una motivación que va más allá del valor económico. En el ámbito ecológico, los valores de los indicadores de la calidad del suelo y vegetación tienen carácter positivo, lo que indica, en cierta medida, parte de la función ecológica que estaría cumpliendo este tipo de agricultura que, junto con el ámbito anterior, muestran que la agricultura, periurbana, cumple un papel mucho mayor que solo ser una actividad productiva, que sin dejar de ser tal, tienen una condición de multifuncionalidad con importancia tanto para las mismas comunidades que las expresan como para las ciudades que circundan. Estas fortalezas representan un potencial que debe ser visualizado y valorado como soporte tangible de la importancia de la preservación de estos espacios por el gobierno de la Delegación Álvaro Obregón para la planeación del territorio.

En lo referente a la cuestión alimenticia en general, si bien el autoabastecimiento y el beneficio económico fueron insuficientes, la percepción de satisfacción y la disponibilidad de seguir trabajando, son una oportunidad para que el gobierno de la Delegación desarrolle redes alternativas agroalimentarias que contribuyan a mejorar la cantidad y calidad de los alimentos.



Es preciso reconocer que existen muchas problemáticas de tipo sociodemográficas que sobrepasan el alcance de este estudio y que definitivamente influyen en las formas de vida de las comunidades, pero también es necesario reconocer que existen muchas potencialidades de la vida cotidiana que precisan ser visualizadas y revaloradas.

Agradecimientos

El trabajo pudo llevarse a cabo gracias al apoyo de la beca CONACYT, las valiosas observaciones del Dr. Javier Castañeda Rincón y del Dr. David Cristóbal Acevedo, el apoyo técnico del Sr. Miguel Ángel de la comunidad de Santa Rosa Xochiac, así como la disposición y colaboración de los habitantes de las comunidades de estudio; a todos ellos muchas gracias.

REFERENCIAS

Aguilar, J., J. R., Altamirano y R. Rendón. 2010. Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. México, Texcoco. 281p

Amacher, M. C., K. O'Neil y C. Perry. 2007. Soil vital signs: A new Soil Quality Index (SQI) for assessing forest soil health. Res. Pap. RMRS-RP-65WWW. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 12 p.

Andrews, S., D. L., Karlen y J. P. Mitchell. 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 90: 25-45.

Arellano, L., C. Tut, A. M. Ramírez, M. Salinas y O. R. Taboada. 2003. Maíz azul de los Valles altos de México. I. Rendimiento de grano y caracteres agronómicos. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 26(002):101-107.

Astier, M., E. N. Speelman, S. López-Ridaura, O. R. Masera y C. E. González-Esquivel. 2011: Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: analyzing 15 case studies from Latin America, *International Journal of Agricultural Sustainability*. Vol. 9(3): 409-422.

Astier, M., L. García-Barrios, Y. Galván-Miyoshi, C. E. González-Esquivel y O. R. Masera. 2012. Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and Society*. Vol. 17(3): 236-255.

Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle y A. Aguilar. 2000. Manual de interpretación de suelos y aguas. 2ª ed. Colección INCAPA. Instituto de capacitación para la productividad agrícola. San Miguel de Allende, Guanajuato. 226 p.

CCMSS (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C.) 2004. Estudio Socio-ambiental del Suelo de Conservación de la Delegación Álvaro Obregón, Distrito Federal. 277p.

Chaplin-Kramer, R., M. E. O'Rourke, E. J. Blitzer y C. Kremen. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters*. Vol. 14: 922-932.

CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2009. Índice de marginación urbana 2005.

Cotler H. y M. P. Ortega 2005. Effects of land use on soil erosion in a tropical dry forest ecosystem, Chamela watershed, México. *Catena*: 1-11.

Cotler H. 2011. Alcances y retos del uso de indicadores en temas específicos: Indicadores de suelos. En: *Notas del Curso índices e Indicadores de sustentabilidad: conceptos e interpretaciones*. 29 de septiembre de 2011. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM.

Cristóbal, D. y E. Álvarez. 2009. Estudio de los suelos forestales de San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, de la delegación Álvaro Obregón, del Distrito Federal. Informe Final. Universidad Autónoma Chapingo. 54 p.

Darolt, M. R. y H. Constanty. 2011. Circuitos Curtos de Comercialização e Agroecologia: a conexão entre consumidor e agricultor. En: *Economía Ecológica. Memorias del III Congreso Latinoamericano de Agroecología*. Oaxtepec, Morelos, México. 17 al 19 de agosto de 2011.

Dayaleth A., M. D. Torres-Alruiz, R. Alban y D. Griffon. 2008. Indicadores de sustentabilidad en Agroecología. *Agroecología*. Consultado en: <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/05/indicadores-de-sustentabilidad-en.html>, consultada el 02 de agosto de 2010

Galván-Miyoshi, Y., O. Masera y S. López-Ridaura. 2008. Las evaluaciones de sustentabilidad. En: *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Astier M., O. Masera y Y. Galván-Miyoshi (coord.) SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/MUndiprens a/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible. Valencia, España. 41-57.

García-Barrios L., O. Masera y R. García-Barrios. 2008. Construcción y uso de modelos dinámicos sencillos para evaluar estrategias de manejo productivo de recursos bióticos. Una guía básica ilustrada. En: *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Astier M., O. Masera y Y. Galván-Miyoshi (coord.) SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/MUn



diprensa/ Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible. Valencia, España. 41-57.

García-Frapolli, E. y V. M. Toledo. 2008. Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos*. Vol. 21(56):103-116.

González, S. 2011. La Jornada. "Tiene México saldo negativo en balanza alimentaria en 10 de 14 acuerdos comerciales". Febrero 7. México, en línea <http://www.jornada.unam.mx/2011/02/07/economia/025n1eco>

González, M. V. 2008. Agroecología. Saberes campesinos y agricultura como forma de vida. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 177p.

Guadarrama, Z. C. 1984. Valor de uso y relaciones económicas en la agricultura tradicional de Nauzantla, Puebla. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.

Hernández, R., C. Fernández-Collado y P. Baptista. 2006. Metodología de la Investigación. 4ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México DF. 850 p.

HLPE. 2013. Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria. Informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma. 126 p.

Huerta E., L. Adriano, A. Jarquín y M. Magaña. 2011. Los macroinvertebrados del suelo en áreas naturales y manejadas al este del estado de Tabasco. En: *Agrobiodiversidad: manejo y usos*. Memorias del III Congreso Latinoamericano de Agroecología. Oaxtepec, Morelos, México. 17 al 19 de agosto de 2011.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008. Delegación Álvaro Obregón. En: Cuadernos Estadísticos Municipales y Delegacionales 2008.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. Mapa digital de México. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>

Lezama, J. L. 2004. La construcción social y política del medio ambiente. Ed. Colegio de México. México.

Martínez, E y J. Vallejo. 2011. Las nuevas relaciones rural-urbanas y mercados de trabajo en Morelos y el estado de México. En: *Nuevas ruralidades, expresiones de la transformación social en México*. H. J., salas Q., M. L., Rivermar P. y P., Velasco S. (ed.). Ed. UNAM. México D.F. 219 p.

Méndez M., L. Ramírez y A. Alzate. 2005. La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones de torno a la evidencia empírica. *Cuadernos de desarrollo rural*. (55). 51-70.

Morales, J., H. Ochoa, L. Velázquez, A. Mastache, E. Cervantes y A. M. Becerra. 2014. La agricultura periurbana multifuncional y sus aportaciones hacia la sustentabilidad regional en la Zona Metropolitana de

Guadalajara, Jalisco, México. Versión preliminar del capítulo que con el mismo nombre será publicada en el libro "Alternativas desde la multifuncionalidad de la agricultura".

Moreno-Calles, A. I. y M. Astier. 2011. Sistemas agrícolas, conocimiento tradicional y agrobiodiversidad: el maíz en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. In. *Etnoecología y conocimiento tradicional*. Memorias del III Congreso Latinoamericano de Agroecología. Oaxtepec, Morelos, México. 17 al 19 de agosto de 2011.

Navarro-Bravo, A., B. Figueroa, M. Martínez, F. González y E. S. Osuna. 2008. Indicadores físicos del suelo de labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 74(2):151-158.

Navarro, H. 2005. Transformaciones de los territorios periurbanos y sus agriculturas: El uso de recursos de interés público en el valle de México. En: H. Ávila S. (coord.). *Lo urbano-rural, ¿nuevas expresiones territoriales?* Centro Regional de Investigaciones multidisciplinarias, UNAM. Cuernavaca. 358 p.

Navarro, E., M. E. Álvarez, D. Cristóbal y J. Castañeda. 2011. Agroecosistemas periurbanos del Distrito Federal: saberes en peligro de extinción. En: *Agroecología*. Memorias del VI Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Noviembre de 2011, San Luis Potosí, México.

Pérez, K. 2011. Desarrollo, organización y acción colectiva en espacios rural-urbanos del distrito federal. *Artículos y Ensayos de Sociología Rural*. Vol. 10: 20-36.

Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones. 2006. CONANP-SEMARNAT. México. Mayo de 2006.

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano. 1995. Delegación Álvaro Obregón. Distrito Federal.

Puertas, F., E. Arévalo, O. Loli y V. Baligar. 2011. Índices de calidad del suelo bajo cultivos de cobertura en una plantación de cacao, Perú. En: *Manejo Agroecológico de suelos*. Memorias del III Congreso Latinoamericano de Agroecología. Oaxtepec, Morelos, México. 17 al 19 de agosto de 2011.

Rendón, R. 2004. Evaluación comparativa de sustentabilidad en sistemas agrícolas convencionales, mixtos y orgánicos de México. Tesis de Doctorado. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. De México. 230 p.

Ribeiro, S. 2013 (Septiembre 21). "¿Quién nos alimentara?" La jornada en línea. Consultado en <http://www.jornada.unam.mx/2013/09/21/opinion/026a1eco>

Sarandón, S. J., M. S. Zuluaga, R. Cieza, C. Gómez, L. Janjetic y E. Negret. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. Vol. 1: 19-28.



SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana: NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda edición. Diario Oficial de la Federación.

Toledo, V.M. 2013 (Mayo 28). "Ecología y política: cómo salir de la crisis." La jornada en línea. Consultado en <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/28/opinion/015a2pol>

UN-HABITAT. 2012. State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities. N

Vergara, M. A. 2003. Identificación y selección de indicadores de calidad de suelo y sostenibilidad en sistemas naturales y agrícolas de ladera en Oaxaca. Tesis de Doctorado. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 215p.